

VARIASJONER I UTBREDELSEN AV TORSK I BARENTSHAVET I
PERIODEN 1977-1981

[Variations in the geographical distribution of cod in the
Barents Sea in the period 1977-1981]

Av

LARS MIDTTUN, ODD NAKKEN OG ASKJELL RAKNES
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt

ABSTRACT

MIDTTUN, L., NAKKEN, O. og RAKNES, A. 1981. Variasjoner i utbredelsen av torsk i Barentshavet i perioden 1977-1981. [Variations in the geographical distribution of cod in the Barents Sea in the period 1977-1981]. Fisken Hav., 1981(4): 1-16.

The distribution and abundance of young cod and haddock in the Barents Sea have been investigated during cruises in February-March each year since 1975. These investigations have revealed variations in the geographical distribution of the two species during the period 1977-1981. In the present paper these variations are described and discussed in detail for the different age groups (2-7 years) of cod.

The results show a westward migration of cod with increasing age and with decreasing water temperature in the Barents Sea. Consequently, an extreme westerly distribution of biomass of cod occurs when both the sea temperatures are low, and the dominant year class in the stock of young cod is relatively old (4-7 years) which is the situation experienced during the period 1979-1981.

INNLEDNING

Den norsk-arktiske torsken blir kjønnsmoden ved en alder av 6-8 år, og den kjønnsmodne fisken foretar hvert år gytevandringar sørover langs norskekysten. Den umodne del av bestanden holder til i Barentshavet og ved Bjørnøya-Svalbard hele året. Ungfiskbestanden i Barentshavet foretar sesongvise vandringar øst-vest i havet. Om våren står den langt mot vest og sør og er tilgjengelig på Finnmarkskysten (vårtorskefisket, loddetorsk), om høsten er den vanligvis lenger fra land og i østlige deler av Barentshavet. Allerede for 40-50 år siden visste en at omfanget av disse sesongvise øst-vest vandringene i noen grad hadde en sammenheng med temperaturforholdene i havet. I kalde år ble det godt vårfiske for Vest-Finnmark. I varme år ble vårfisket best for Øst-Finnmark, og fisket foregikk gjerne på bankene lenger øst og nord (EGGVIN 1938).

Både norske og utenlandske forskere har påvist sammenhenger mellom fordeling og utbredelse av torsk i Barentshavet og temperaturforholdene. LEE (1952) konkluderer at den hydrografiske strukturen i vannmassene kan bevirke at torsken til tider blir konsentrert i spesielle soner i Bjørnøyaområdet. HYLEN et al. (1961) har studert utbredelsen av ungtorsk i relasjon til temperaturfordelingen og summerer opp slik: "Det eksisterer en sammenheng mellom temperaturforhold og fiskeutbredelse, slik at når temperaturen er høy i de vannlag der fisken oppholder seg, får fisken en østlig fordeling, er temperaturen lav, har fisken tendens til å sige vestover. Disse vekslinger i fiskens fordeling har åpenbart stor innflytelse på vårtorskefisket som blir godt når fisken har vestlig fordeling og dårlig når fisken er østlig fordelt. Det er sannsynlig at denne faktoren, fiskens fordeling, har minst like stor betydning for utbyttet av vårtorskefisket som størrelsen av bestanden". KONSTANTINOV (1967 og 1969) og MUKHIN (1979) finner etter måten stramme sammenhenger mellom utbyttet av det sovjetrussiske trålfisket i ulike deler av Barentshavet og temperaturforholdene. I kalde år øker utbytteandelene fra de vestlige områdene i havet, mens disse områdene bidrar mindre til totalfangstene i varme år.

Felles for flere av disse arbeidene er at de betrakter fangst-utbyttet av ungtorsk i Barentshavet eller i deler av det. Fangst-utbyttet i de ulike delene av havet og i de ulike fiskesesonger vil være avhengig av en rekke faktorer i tillegg til miljøbetingelsene. De viktigste er:

- a) Størrelsen av ungfiskbestanden, eller mer presist: tallrikheten av de enkelte aldersgrupper som utgjør bestanden av ungtorsk.
- b) Den geografiske fordeling av disse aldersgruppene.

Siden årsklassestyrken hos torsk vil variere svært mye, slik at det oftest er en eller to sterke årsklasser som utgjør hovedtyngden av ungfiskbestanden, må en vente at fangstutbyttet blir forskjøvet i samsvar med den geografiske fordelingen av de tallrike aldersgruppene. Dersom det finner sted en forflytning av fisken med økende alder, må en derfor vente en tilsvarende forflytning av fangstutbyttet. En slik forflytning vil både kunne forsterke og motvirke eventuelle miljøbetingete forflytninger.

Siden 1975 har Havforskningsinstituttet hatt årlige undersøkelser av utbredelse og mengde av ungtorsk og hyse i Barentshavet i februar-mars (DALEN et al. 1977, DALEN og SMEDSTAD 1978. DALEN et al. 1979, 1980, 1981). Disse undersøkelsene har vist at forekomstene av ungtorsk i Barentshavet forflyttet seg vestover i tidsrommet 1977-1980 samtidig med at vannmassene ble avkjølt. I det foreliggende arbeid har vi prøvd å belyse disse forflytningene nærmere.

MATERIALE OG METODER

Det hydrografiske materialet består av to typer data:

1. Middelttemperaturer for hver måned i 0-200 m dyp i Kolasnittet, $33^{\circ}30'Ø$ mellom $70^{\circ}30'N$ og $72^{\circ}30'N$. For perioden 1920-1979 er det beregnet "normalmåneder", og i Fig. 1 er fremstilt avvikene fra disse "normalmånedene" for perioden

1960-1981. Dette materialet har vi fått fra Havforskningsinstituttet i Murmansk, Sovjetunionen (PINRO).

2. Temperaturobservasjoner i standarddyp under forskningstokt i januar-mars og i august-september. Fig. 2 viser fordelingen av temperatur i 100 m dyp for utvalgte deler av perioden. Figurene er tatt fra ANON. (1976 og 1978) og fra DALEN et al. (1977 og 1979).

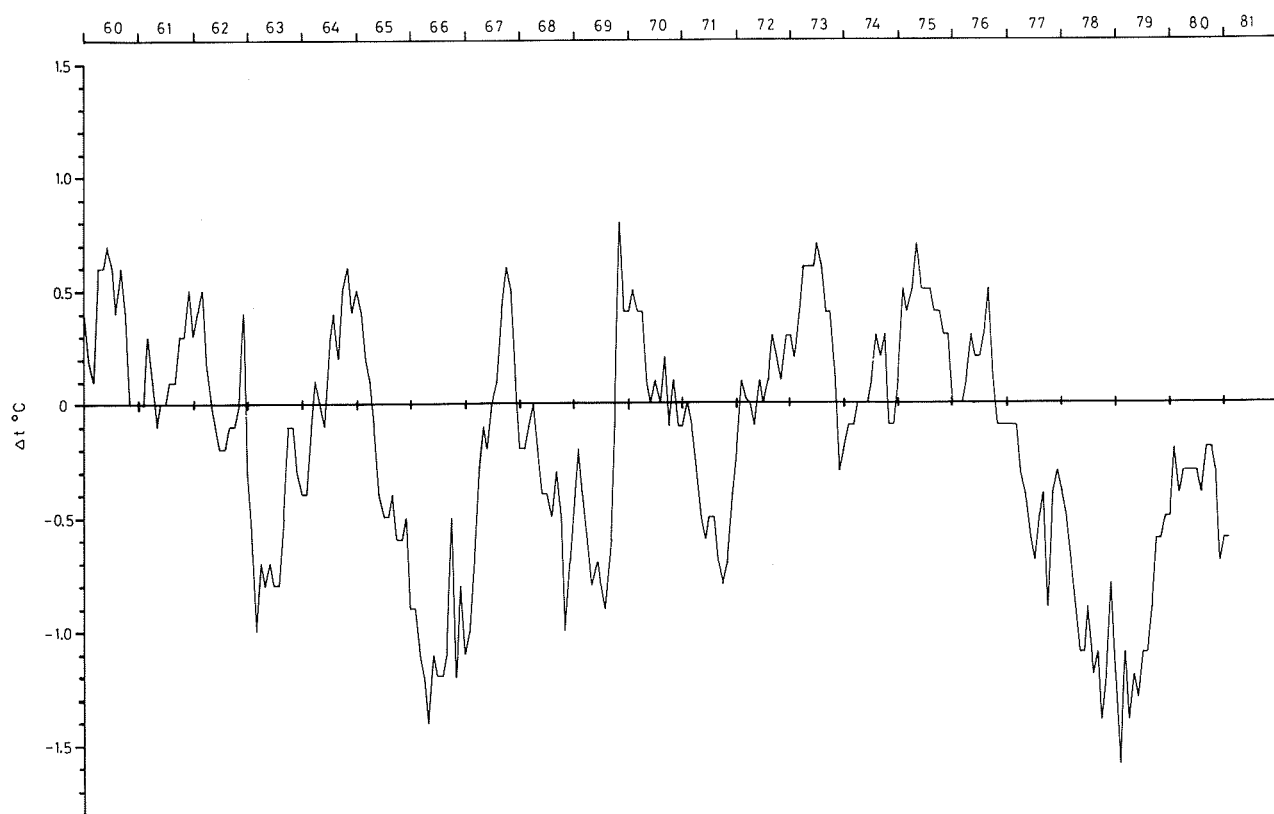


Fig. 1. Temperaturavvik ($^{\circ}\text{C}$) i Kolasnittet i perioden 1960-1981. Avvikene er forskjellene mellom middeltemperaturen i 0-200 m dyp i hver måned og en normal basert på 60 års månedsmidler (1921-1980). [Temperature anomalies in the Kola section in the period 1960-1981. The anomalies are the differences between the monthly mean values in 0-200 m depth and 60 years monthly means (1921-1980)].

De akustiske og biologiske dataene er tatt fra DALEN et al. (1977-1981). De består av fordelinger av ekkomengde, antall og biomasse av torsk i hver aldersgruppe i ulike deler av området, samt lengdefordelinger av torsk på hver trålstasjon i 1981.

Barentshavet ble delt inn i tre områder; Vest for 30°Ø , mellom 30°Ø og 34°Ø og øst for 34°Ø , og det ble laget aldersfordelinger av torsk for hvert av områdene for hvert år i perioden 1977-1981.

RESULTATER OG DISKUSJON

Temperaturfordeling

Fig. 1 viser hvordan temperaturavvikene i Kolasnittet har variert fra 1960 til 1981. Temperaturen har svinget med perioder på 2-4 år og med maksimalavvik på $1,0-1,5^{\circ}\text{C}$. En ser at gjennomsnittstemperaturen i perioden 1960-1981 er litt lavere enn 60-års normalen. Men det som er spesielt verd å legge merke til, er den langvarige "kuldeperioden" siden 1976. De laveste temperaturene i denne perioden inntraff vinteren 1978-1979. Da var vannmassene i Kolasnittet omlag $1,5^{\circ}\text{C}$ kaldere enn normalt. I løpet av 1979-1980 ble havet noe varmere, men i 1980 stoppet denne oppvarmingen opp. Vannmassene i Kolasnittet var i august-september 1981 $0,6^{\circ}\text{C}$ kaldere enn normalt.

Fig. 2 demonstrerer virkningene av denne avkjølingen på den horisontale fordelingen av temperaturen i havet. Vi har valgt å presentere temperaturfordelingen i 100 m dyp og den er også representativ for fordelingen i dypere vannlag. I august-september 1976 da temperaturforholdene var tilnærmet normale (Fig. 1) fantes vann av 3°C østover til bakkekanten vest av Novaja Zemlja på omlag 48°Ø . To år senere, i august-september i 1978, var vannmassene i Barentshavet betydelig kaldere og 3°C -isoterme strakte seg nordover i området mellom Østbanken og Skolpen omlag på $32-33^{\circ}\text{Ø}$. Samme forholdet avspeiler seg i vintersituasjonene; i januar 1977 lå 3°C -isoterme på Skolpen (35°Ø) mens den i 1979 lå nordover fra Nordkyn (28°Ø). I to-års perioden 1977-1979 skjedde det altså en omfattende forskyvning av isotermene vestover i Barentshavet. Hele havet, og spesielt de østlige delene øst for 34°Ø , ble betydelig kaldere.

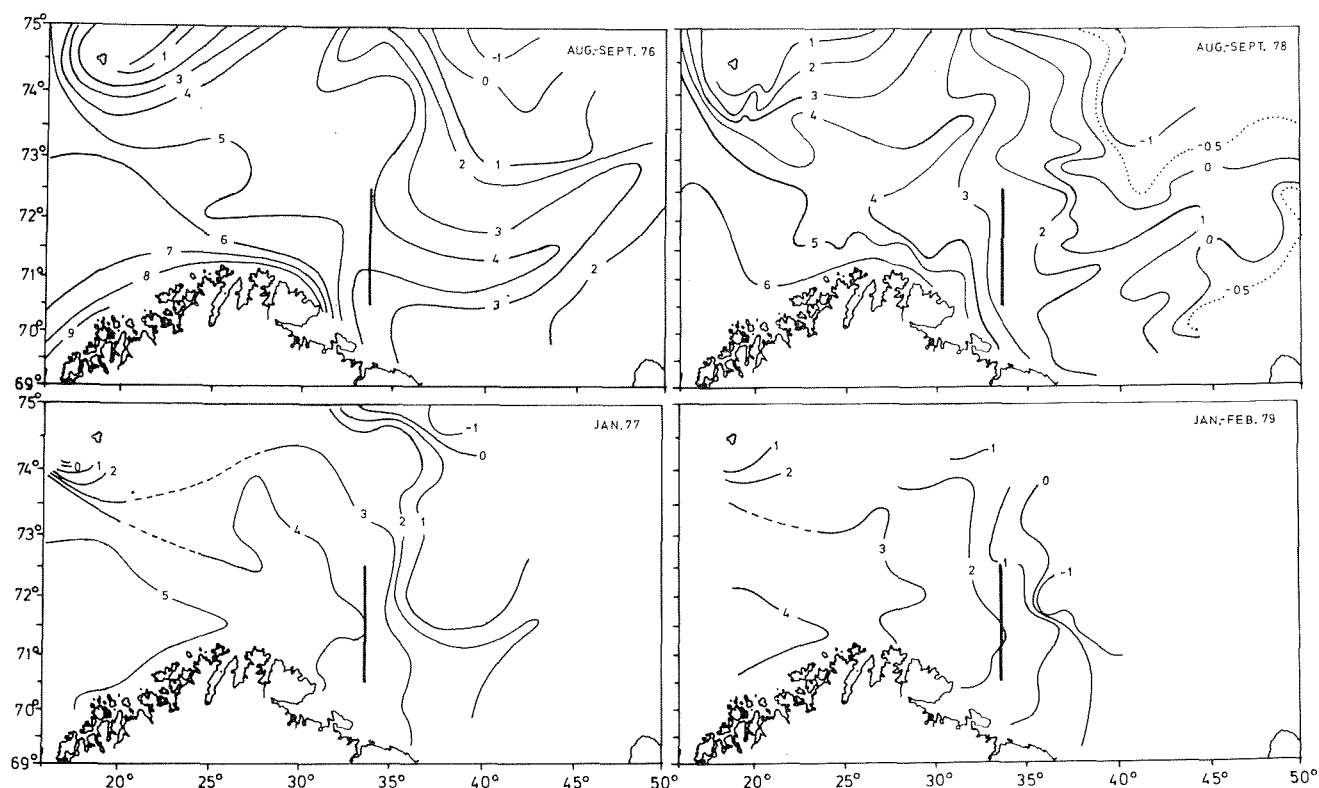


Fig. 2. Temperaturfordeling ($^{\circ}\text{C}$) i 100 m dyp i Barentshavet. Til venstre: Sommersituasjonen 1976 og vintersituasjonen 1977. Til høyre: Sommersituasjonen 1978 og vintersituasjonen 1979. Kolasnittets beliggenhet er vist. [The distribution of temperature ($^{\circ}\text{C}$) in 100 m depth in the Barents Sea. Left: Summer 1976 and winter 1977. Right: Summer 1978 and winter 1979. The location of the Kola section indicated].

Utbredelse av torsk

Fig. 3 viser hvordan ungfisken av torsk og hyse fordelte seg i februar-mars i perioden 1977-1981. Både i 1977 og i 1978 registrerte en betydelige forekomster av torsk og hyse øst for 34°Ø mens en i årene 1979-1981 bare hadde ubetydelige mengder av disse fiskeslagene i det østlige Barentshav i vinter-og vårmånedene. Fig. 3 viser fordelingen av ekkomengde, og dette gir bare hovedtrekkene av fiskefordelingen. I det følgende skal vi studere mer i detalj hvordan bestanden av ungtorsk var utbredt i disse årene, både med hensyn til biomasse og antall individer.

Fig. 4 viser hvordan total biomasse av torsk fordelte seg i de tre områdene hvert enkelt år. I begynnelsen av perioden, 1977 og 1978, fantes mer enn 50 prosent av biomassen øst for 34°Ø og mindre enn 20 prosent av biomassen vest for 30°Ø . I siste del av

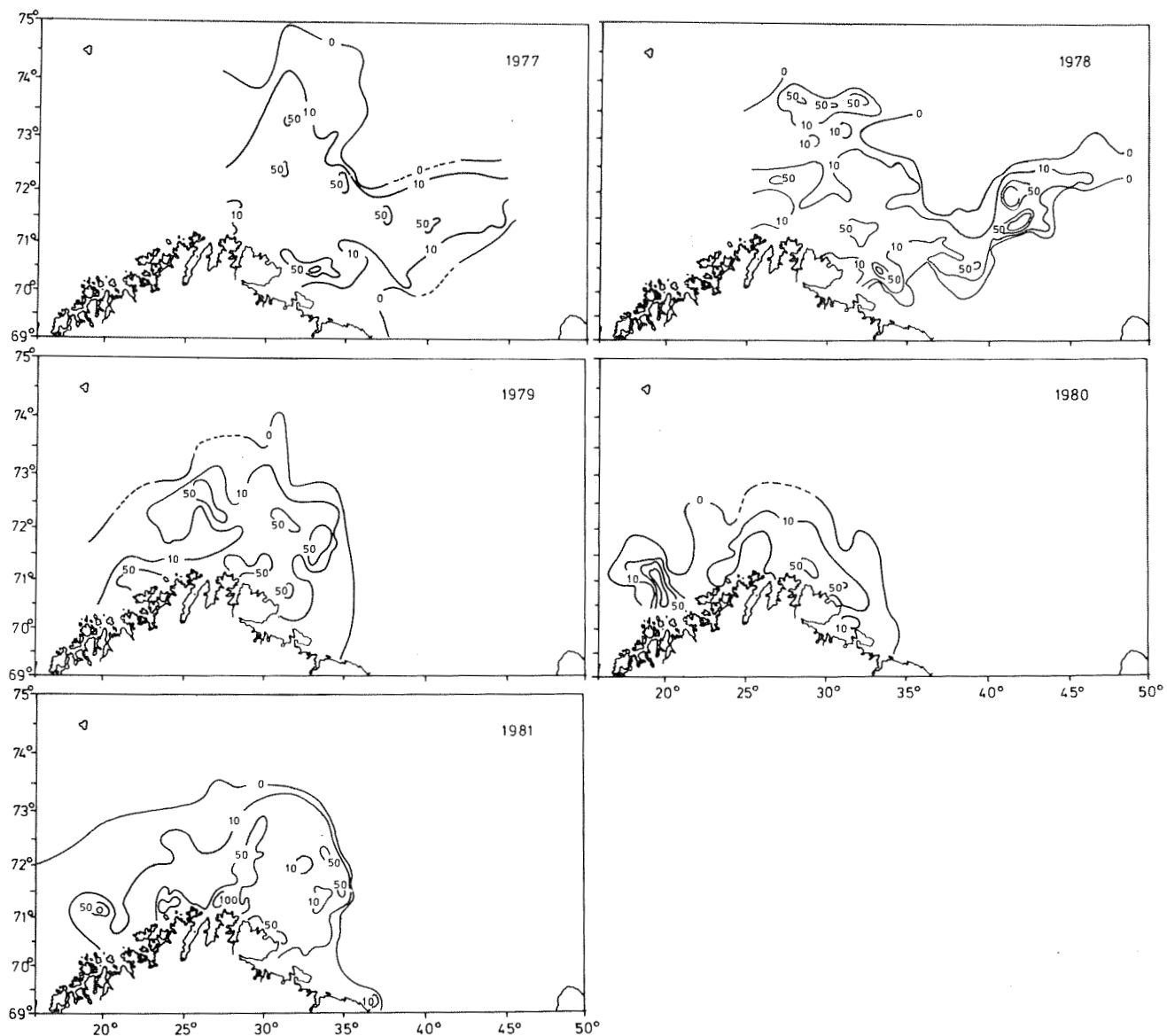


Fig. 3. Fordeling av ekkomengde av torsk og hyse i Barentshavet i februar-mars 1977-1981. [The distribution of echo abundance of cod and haddock in the Barents Sea in February-March 1977-1981].

perioden, 1979-1981, var det motsatte tilfelle. Da fantes meste-
parten av biomassen i den vestlige delen av havet. En ser også av
Fig. 4 at 1980 var det mest ekstreme året med hensyn til vestlig
fordeling av biomasse av ungtorsk i Barentshavet med mer enn 70
prosent av biomassen i området vest for 30°Ø.

De enkelte aldersgruppers andeler av biomassen er vist i Fig. 5.
Figuren viser tydelig hvorledes 1975-årsklassen (prikket søyle)
har dominert i bestanden av ungtorsk de senere år. En ser også

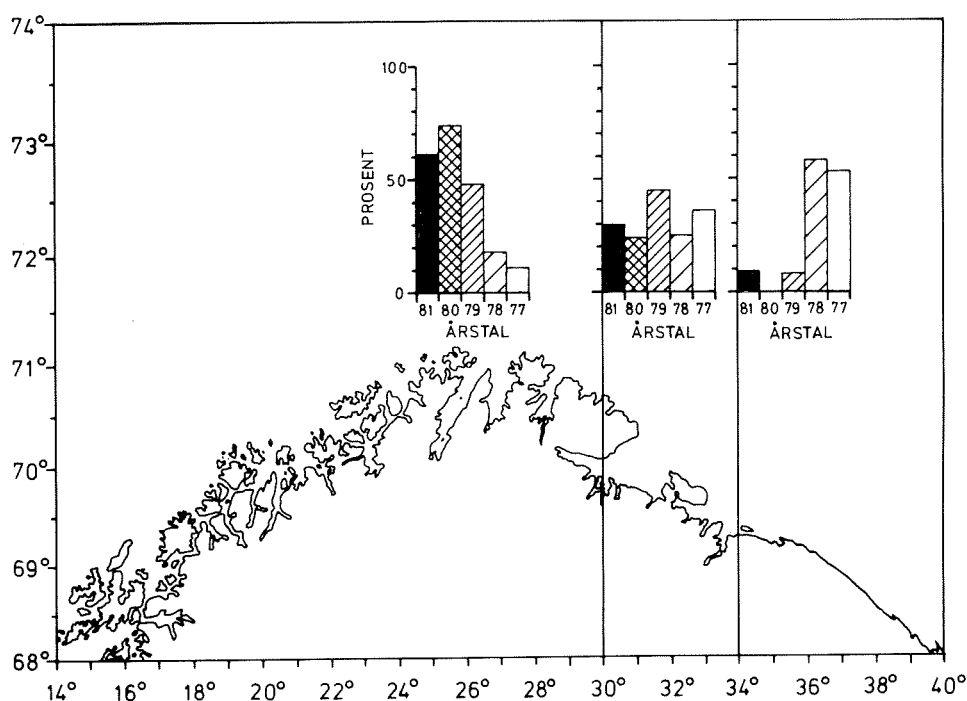


Fig. 4. Fordeling (i prosent) av biomasse av torsk i Barentshavet i februar-mars 1977-1981. [The distribution (in per cent) of biomass of cod in the Barents Sea in February-March 1977-1981].

hvordan denne årsklassen har forflyttet seg vestover i havet i løpet av perioden. Denne forflytningen vestover har dels en sammenheng med temperaturvariasjonene i havet og dels er den betinget av at fisken blir eldre. Disse forholdene er belyst nærmere i Fig. 6. I denne figuren er årsklassestyrken utjevnet, alle årsklasser er satt til å være like store, og figuren viser hvordan de ulike aldersgruppene fordeler seg i havet de enkelte år. Helt til høyre er vist årsmidler av temperaturen i Kola-snittet. Punktene som er avsatt i figuren er gjennomsnittet av alle månedsmidlene i kalenderåret før de biologiske observasjonene er tatt. Fig. 6 gir et inntrykk av at alle aldersgruppene ble "trykket" vestover under avkjølingen av havet. Den viser også at den yngste fisken, alle år, ble funnet i de østligste delene av utbredelsesområdet mens den eldste fisken ble funnet lenger vest. Ungtorsken forflytter seg altså vestover etter hvert som den blir eldre. Denne forskyvningen av torsken vestover i havet med fiskens økende alder er vist i Fig. 7, som viser gjennomsnittsfordelingen for alle 5 årene av hver enkelt aldersgruppe. Vi ser at det østlige området er et typisk ungfiskområde hvor 2- og 3-års

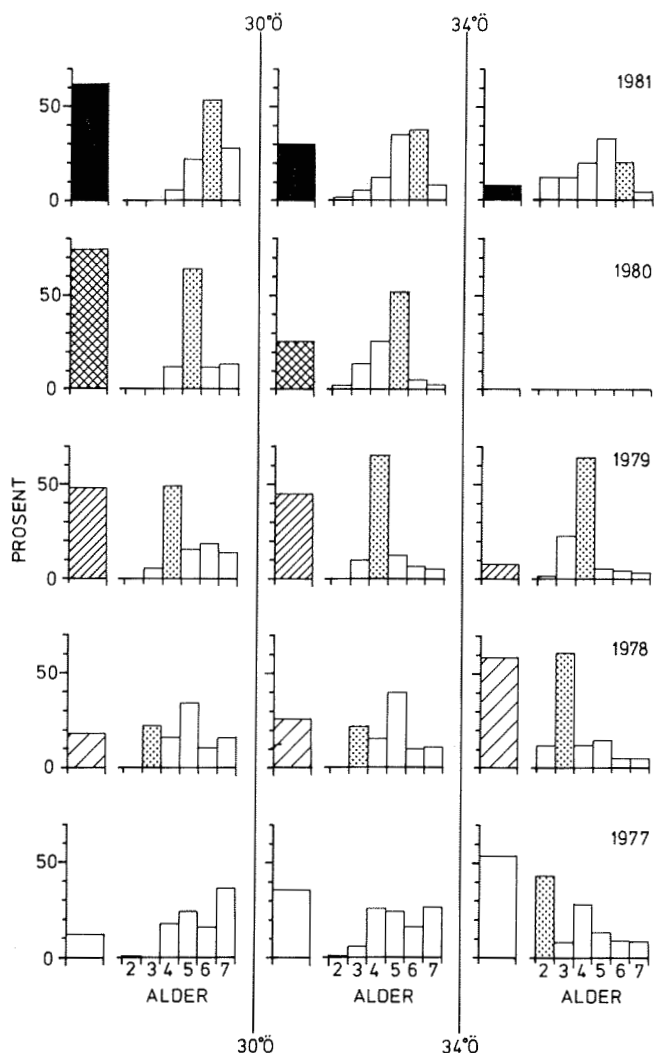


Fig. 5. Fordeling (i prosent) av biomasse av torsk i februar-mars i Barentshavet 1977-1981. De brede søylene til venstre er de samme som i Fig. 4. De smale søylene viser biomasseandelene fra de enkelte aldersgrupper. Prikket søyle er 1975-årsklassen. [The distribution (in per cent) of biomass of cod in February-March in the Barents Sea 1977-1981. The wide columns to the left are those shown in Fig. 4. The narrow columns show the contributions to the biomass from the different age groups. The dotted columns are the 1975-year class].

gammel fisk oppholder seg mens det i det vestlige området er en klar dominans av 5-7 år gammel fisk. Siden perioden 1977-1981 er en typisk "kald" periode i Barentshavet, er det sannsynlig at det vestlige området i Fig. 7 har hatt en noe større andel av fisken enn i en "normal" situasjon. Dette blir i noen grad motvirket av at toktene i 1977 og 1978 ikke dekket det vestlige

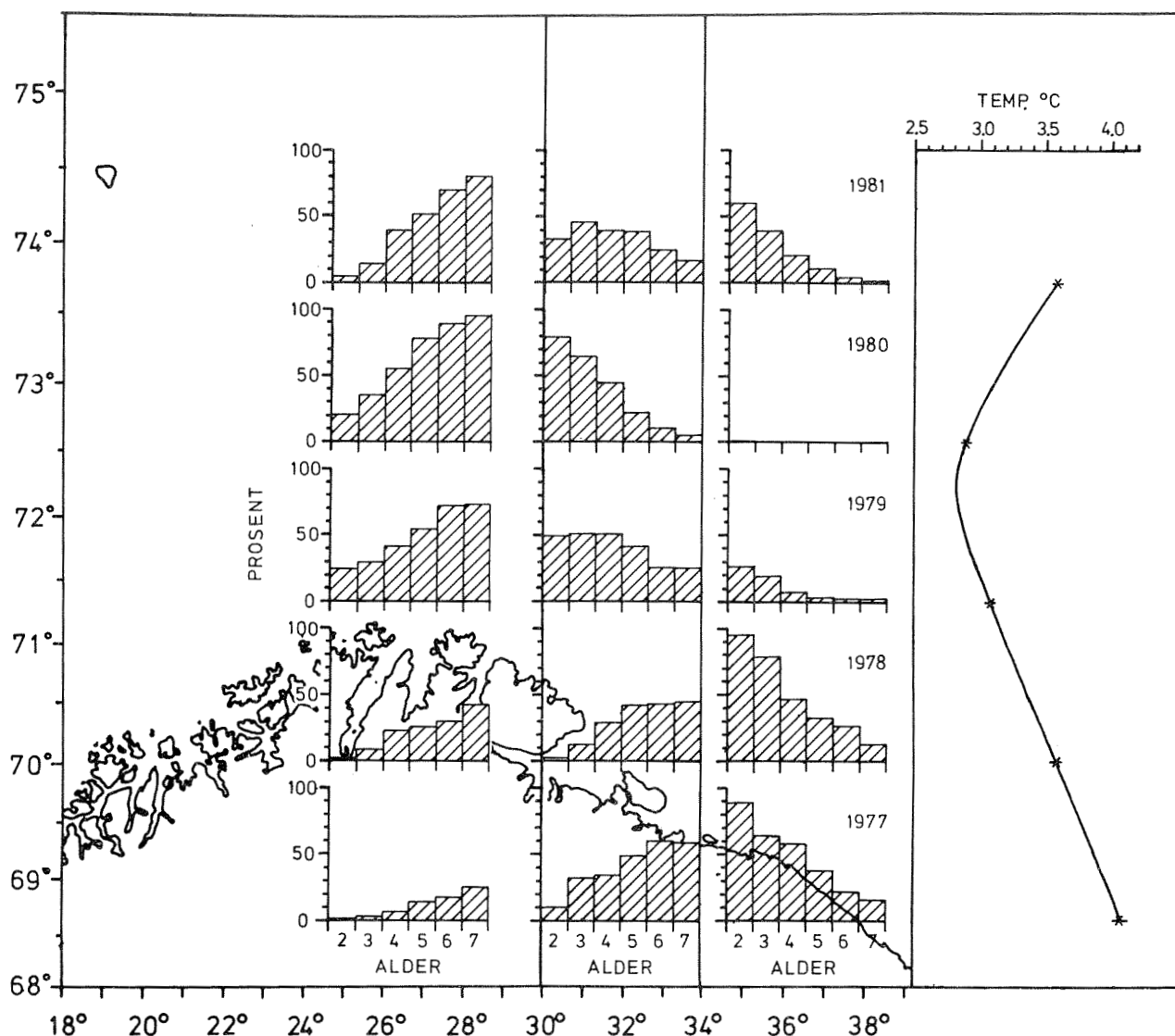


Fig. 6. Fordeling (i prosent av antall) av de enkelte aldersgrupper av torsk i Barentshavet i februar-mars 1977-1981. Til høyre er vist årsmidler av temperatur for 0-200 m dyp i Kolasnittet. Årsmidlene er for kalenderåret før de biologiske observasjonene ble tatt. [The distribution (per cent of numbers) of the different age groups of cod in the Barents Sea in February-March 1977-1981. Right: Annual means of temperature in 0-200 m depth in the Kola section. These are made for the calendar year prior to the biological observations].

området fullgodt, noe som fører til at området i disse årene fikk en noe for lav andel av fisken. Det må også huskes at Fig. 7 fremstiller februar-mars situasjonen; en sesong da de eldste ungfiskårsklassene er på vandring vestover i havet. Situasjonen vil se annerledes ut i september-oktober da fisken har en maksimal østlig- og mer fralandsfordeling. På denne tiden av året vil an-

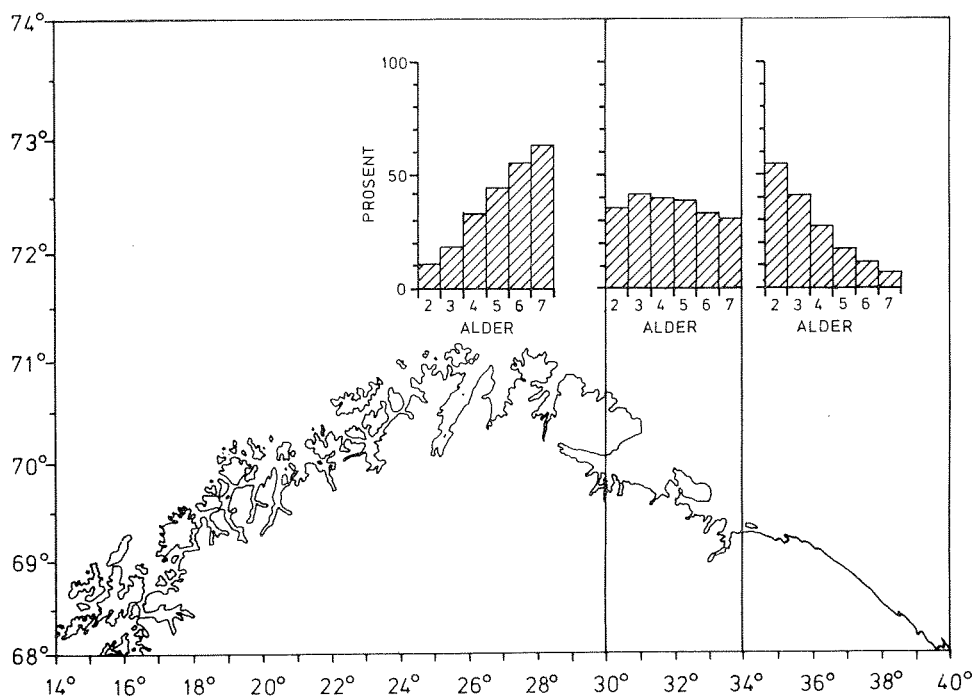


Fig. 7. Gjennomsnittsfordeling (prosent av antall) av de enkelte aldersgrupper av torsk i Barentshavet i februar-mars 1977-1981. [The average distribution (percent of numbers) of the different age groups of cod in the Barents Sea in February-March 1977-1981].

delene i det vestlige området sannsynligvis være vesentlig mindre for alle aldersgrupper enn det Fig. 7 viser.

Fig. 8 viser fordelingen av middellengder på trålstasjonene under toktet i 1981. Fordelingen bekrefter det som tidligere er vist; småfisk i øst og større fisk i vestområdet. De forholdsvis høye gjennomsnittslengdene - fisk større enn 50 cm i storparten av undersøkelsesområdet - indikerer også at tallrikheten av småtorsk nå er lav. Dette fremgår også av Fig. 5.

MUKHIN (1979) har kvantifisert sammenhengen mellom fangstandelene i ulike områder og gjennomsnittstemperaturen i Kolasnittet. Han har antatt at denne sammenhengen er lineær og oppnår korrelasjonskoeffisienter på 0,8 for de beste tilpasningene. Beste tilpasning finner han når han sammenlikner fangstratene i første halvår med gjennomsnittstemperaturen i Kolasnittet i siste halvår året før. En lignende faseforskyvning kan sees i våre observasjoner; havet var kaldest i januar-mars i 1979 (Fig. 1), mens fisken hadde sin

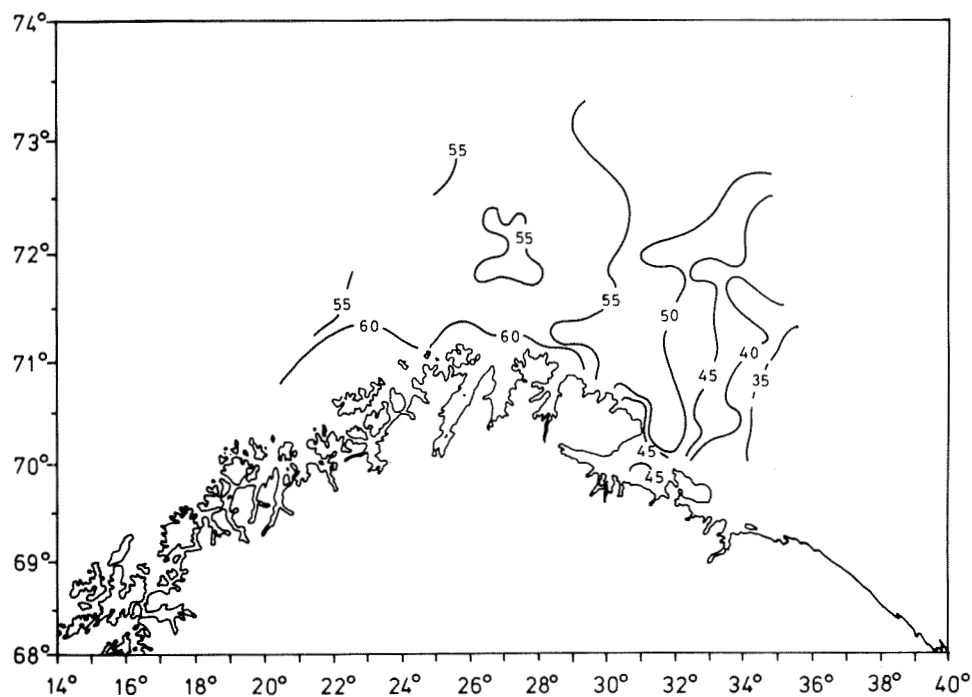


Fig. 8. Fordeling av middellengder (totallengde i cm) av torsk i trålfangstene i februar-mars 1981. [The distribution of mean lengths (total length in cm) of cod in the trawl catches in February-March 1981].

vestligste utbredelse i 1980. Siden vi bare har utbredelseskart for torsk med 1 års mellomrom, er det ikke mulig å angi denne faseforskyvningen nøyaktig.

Fig. 6 og Fig. 7 viser forflytninger av ungtorsken i Barentshavet. Disse forflytningene må dels sees i sammenheng med miljøbetingelsene og dels med fiskens alder. Et forsøk på å kvantifisere dette er gjort i Fig. 9. Denne figuren viser hvor stor del av hver aldersgruppe som er observert i området vest for 30°Ø som funksjon av temperaturen. Linjene i figuren er ren "øyetilpassning", og de er satt inn for at figuren skal være lettere å lese. Stigningskoeffisienten av disse linjene antyder temperatursammenhengen mens avstanden mellom linjene gir alderssammenhengen. Forskjellen i stigningskoeffisienter mellom 3- og 4-års linjene og 5-års linjen er ikke signifikant. Fig. 9 antyder at når årsmiddeltemperaturen i Kolasnittet avtar fra 4°C til 3°C så øker andelen av fisk i det vestlige området med ca. 30 prosent for alle de tre aldersgruppene. Figuren viser også at dette området får en større

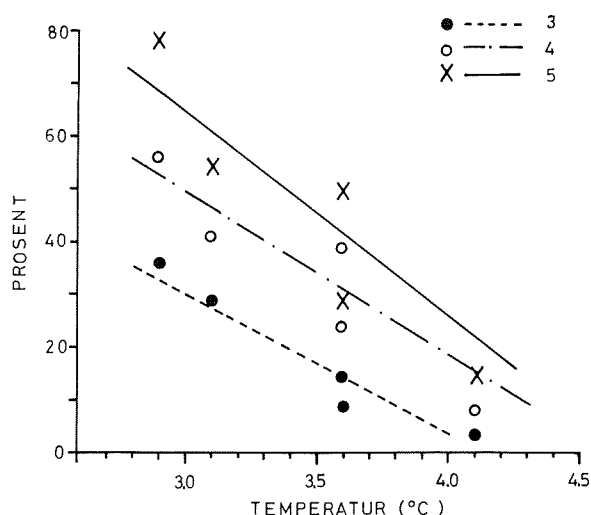


Fig. 9. Andeler (prosent av antall) av torsk i området vest for 30°Ø som funksjon av års-middeltemperaturen i 0-200 m dyp i Kolasnittet i kalenderåret før de biologiske observasjonene. Symbolene angir ulike aldersgrupper. [The shares (Per cent of numbers) of cod in the area west of 30°E as a function of annual means of temperature in 0-200 m depth in the Kola section. The temperature means are for the calendar year prior to the biological observations. The different age groups are indicated].

andel av fisken etter hvert som den blir eldre; andelen øker med 10-20 prosent pr. år for aldersgruppene 3-5 år.

LOENG (1981) har funnet en sammenheng mellom fordelingen av lodde i Barentshavet i september-oktober og temperaturforholdene i nordlige deler av havet, nord for 76°N. I år med mye kaldt vann nord og øst i Barentshavet står lodda langt vest og sør; i varme år er den fordelt lenger mot nord og øst. I perioden siden 1977 har en hatt kaldt hav og sør- og vestlig loddefordeling i nordlige deler av Barentshavet om sommeren og høsten. Utbredelsen av ungtorsk om vinteren i sørlige deler av havet og av lodde i nordlige deler om sommeren synes derfor å ha blitt påvirket på samme måten i undersøkelsesperioden.

BLINDHEIM og LOENG (1981) og BLINDHEIM et al. (1981) har vist at temperaturforholdene i kystvannet langs hele norskekysten varierte på samme måte som i Barentshavet i perioden 1976-1979.

Hvorvidt det også har funnet sted en tilsvarende forskyvning av utbredelsesområdet, eventuelt gyteområdet, for fiskeartene i dette området, vet en ikke med sikkerhet. Men spesielt i 1980 og dels også i 1981, tydet fangstene av skrei (gytetorsk) på at betydelige deler av skreibestanden vandret sørover til Helgeland-Møre-området for å gyte. Det er rimelig å anta at forflytninger, tilsvarende de som er observert for ungtorsk og lodde, også har funnet sted for andre aldersgrupper, arter og bestander i norske fiskeriområder i undersøkelsesperioden, og at variasjoner i varmeinnholdet i Barentshavet og langs norskekysten medfører storstilte forskyvninger av både produksjonsprosesser og total biomasse i området. Mekanismene i det årsaks-virkningsforholdet som styrer disse forflytningene er foreløpig lite kjente.

KONKLUSJONER

1. I perioden 1977-1981 har Barentshavet vært kaldere enn normalt. De laveste temperaturene ble observert vinteren 1978-1979. Da var månedsmiddeltemperaturen i Kolasnittet omlag $1,5^{\circ}\text{C}$ lavere enn normalt.
2. I samme periode fant det sted en forflytning vestover av biomassen av ungtorsk (aldersgruppene 2-7 år). Denne forflytningen må sees i sammenheng med to forhold:
 - a) Nedkjølingen av Barentshavet,
 - b) At 1975-årsklassen som har utgjort mesteparten av biomassen i ungtorskbestanden i disse årene, er blitt eldre og også derfor har forflyttet seg vestover i havet.
3. Den vestlige forskyvningen av biomasse har ført til en øket tilgjengelighet av torsk i det vestlige Barentshav i 1979-1981.

LITTERATUR

- ANON. 1976. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1976. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1976 (H:43): 1-5, 4 tab., 18 fig.
- ANON. 1978. Preliminary report of the International 0-group fish survey in the Barents Sea and adjacent waters in August-September 1978. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1978 (H:33): 1-25.
- BLINDHEIM, J. and LOENG, H. 1981. On the variability of Atlantic influence in the Norwegian and Barents Seas. FiskDir. Skr. Ser. HavUnders., 17: 161-189.
- BLINDHEIM, J., LOENG, H. and SÆTRE, R. 1981. Long-term temperature trends in Norwegian coastal waters. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1981 (C 19): 1-13.
- DALEN, J., MIDTTUN, L., RØRVIK, C.J. og SMEDSTAD, O.M. 1977. Bunnfiskundersøkelser i Barentshavet vinteren 1977. Fisken Hav., 1977 (2): 17-33.
- DALEN, J. og SMEDSTAD, O.M. 1979. Bunnfiskundersøkelser i Barentshavet vinteren 1978. Fisken Hav., 1979 (2): 1-13.
- DALEN, J., HYLEN, A., MIDTTUN, L., RØRVIK, C.J. og SMEDSTAD, O.M. 1979. Rapport om tokt til Barentshavet med "G.O. Sars". Intern toktrapport til Havforskningsinstituttet: 1-3. 2 tab., 11 fig.
- DALEN, J., HYLEN, A. og SMEDSTAD, O.M. 1980. Rapport om tokt til Barentshavet med "G.O. Sars". Intern toktrapport til Havforskningsinstituttet: 1-4, 5 tab., 14 fig.
- DALEN, J., HYLEN, A. og SMEDSTAD, O.M. 1981. Rapport om tokt til Barentshavet med "G.O. Sars", "Vikheim" og "Vår-

berget". Intern toktrapport til Havforsknings-
instituttet: 1-5. 8 tab., 21 fig.

EGGVIN, J. 1938. Trekk fra Nord-Norges oceanografi sett i sammenheng med torskefisket. FiskDir. Skr. Ser. Hav-
Unders., 5(7): 33-46.

HYLEN, A., MIDTTUN, L. og SÆTERSDAL, G. 1961. Torskeundersøkelserne i Lofoten og i Barentshavet 1960. Fiskets
Gang 47(5): 101-114. 16 fig.

KONSTANTINOV, K.G. 1967. Forecasting of the distribution of fish concentrations in the Barents Sea according to the temperature factor. Fish. Res. Bd Can., Translation Series No. 1132: 1-28.

KONSTANTINOV, K.G. 1969. Effect of natural factors and fishing on the abundance of groundfish in northern seas. Fish. Res. Bd Can., Translation Series No. 1559: 1-12.

LEE, A.J. 1952. The influence of hydrography on the Bear Island cod fishery. Rapp. P.-v. Réun.Cons. Explor. Mer, 131: 74-102.

LOENG, H. 1981. Nordlig utbredelse av lodde og temperaturforholdene i Barentshavet om høsten. Fisken Hav., 1981(1): 1-10.

MUKHIN, A.I. 1979. Distribution of the demersal fishes in the Southern Barents Sea depending on the heat content of water masses. Coun. Meet. int. Coun. Explor. Sea, 1979 (G 18): 1-8, 2 figs.